

Globale Temperaturerhöhung - Vorhersage aus heutigen Beobachtungen!

Eine physikalische Fingerübung*

Dr. Rainer Link, Physiker

**Dieser Artikel ist Teil eines Vortrages des Autors beim Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung, PIK, anlässlich eines Seminars des Europäischen Instituts für Klima und Energie, EIKE, mit dem PIK in Potsdam am 20. April 2011.*

Die Nutzung unserer fossilen Brennstoffe führt zu einer Erhöhung der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre und zu einer Erhöhung der globalen mittleren Temperatur auf Grund des Atmosphärischen Treibhauseffektes. Diese anerkannte physikalische Tatsache beinhaltet jedoch die kontroverse Auseinandersetzung zwischen den Klimaalarmisten und den Skeptikern.

Erstere sehen eine Klimakatastrophe voraus mit einer Temperaturzunahme bis zum Jahre 2100 von 2,5-4,5 Grad Celsius bei einer Verdopplung der CO₂ Konzentration. Sie beziehen sich dabei fast ausschließlich auf Klimamodelle.

Die Skeptiker sind der Meinung, dass diese Aussage um einen Faktor 3-4 zu hoch ist, die Klimamodelle eben nur Modelle sind und das Klima viel zu komplex, um es auf 100 Jahre vorhersagen zu können.

Eine Verdopplung der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre bedeutet im Grunde den Verbrauch an Reserven sämtlicher fossiler Brennstoffe, was voraussichtlich in diesem Jahrhundert größtenteils auch erfolgen wird.

Die folgende einfache klimatologische Fingerübung soll darstellen, was wir aus heutigen gemessenen Daten ableiten können, um einen **Hinweis(!)** zu erhalten, womit wir in der Klimaentwicklung zu rechnen haben.

Eine Temperaturerhöhung (ΔT) durch Emission des Treibhausgases CO₂ ist das Produkt aus Klimasensitivität (λ) und Strahlungsantrieb (RF, Radiative Forcing). Dieser Zusammenhang ist in den Berichten des IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, beschrieben und anerkannt [1]. Die Klimasensitivität beschreibt die Reaktion des Klimas, in diesem Fall der Temperatur, auf eine Änderung des Strahlungsgleichgewichts durch Erhöhung der Konzentration des Treibhausgases CO₂, durch das Radiative Forcing.

$$\Delta T = \lambda \cdot RF$$

Das IPCC beruft sich auf eine Veröffentlichung von Myhre [2], die das RF proportional zum natürlichen Logarithmus der Konzentration von CO₂ zu einem Referenzwert, der vorindustriellen Konzentration von 280 ppmV angeben. Eine logarithmische Abhängigkeit ist ebenfalls unbestritten, wobei (siehe unten) der Vorfaktor 5,35 W/m² jedoch von einigen Autoren als zu hoch angesehen wird, die einen geringeren Strahlungsantrieb bei Verdopplung der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre annehmen.

$$RF = 5,35 \cdot \ln(C / C_0) W / m^2$$

Für eine Verdopplung der CO₂ Konzentration erhält man

$$RF = 5,35 \cdot \ln(2) W / m^2 = 3,7 W / m^2$$

Es gibt eine Reihe von Analysen, die von einem wesentlich geringeren Strahlungsantrieb ausgehen, Dietze 0,5-0,7 W/m² [3]; Harde 0,5 W/m² [4]. Die folgende Abschätzung für die Klimasensitivität λ beruht auf dem IPCC Wert.

Nun hat man die heutige global gemittelte Temperaturänderung zur vorindustriellen Zeit gemessen. Sie beträgt 0,8 °C. Die heutige Konzentration von CO₂ beträgt 390 ppmV. Die Temperaturänderung setzt sich zusammen aus einem natürlichen Beitrag und dem anthropogenen, von Menschen durch Emission von CO₂, verursachten Anteil.

$$\Delta T_{trans}^{heute} = \Delta T_{nat}^{heute} + \Delta T_{THG,transient}^{heute}$$

Den natürlichen Anteil ΔT_{nat}^{heute} kann man u. a. einer Arbeit von Feulner und Rahmstorf [5] entnehmen. Er beträgt ca. 0,42 Grad C. Somit beträgt die von Menschen gemachte Temperaturänderung 0,38 °C.

Auf Grund der Trägheit des Klimasystems Erde ist die so bestimmte Temperaturänderung transient $\Delta T_{THG,transient}^{heute}$, d.h. sie entspricht nicht dem Wert nach Erreichen des Gleichgewichtes $\Delta T_{THG,Gleichgewicht}^{heute}$ der höher liegen wird. Das IPCC gibt einen Wert von 0,13 °C pro Dekade an [6].

Da die Klimarelaxationszeit, die Zeit die zum Einstellen auf den Gleichgewichtszustand benötigt wird, 8,5+-2,5 Jahre beträgt [7], erhält man als Korrekturwert für den Übergang 0,13 Grad C und somit als global gemittelte Temperaturerhöhung im Gleichgewichtszustand für die heute gemessene Temperatur

$$\Delta T_{THG,Gleichgewicht}^{heute} = (0,8 - 0,42 + 0,13)^\circ C = 0,51^\circ C$$

Einsetzen der nun aus heutigen Messungen bestimmten Werte für die Temperaturerhöhung und die atmosphärische Konzentration von CO₂ ergibt für die Klimasensitivität

$$\Delta T_{\text{THG, Gleichgewicht}}^{\text{heute}} = 0,51^{\circ}\text{C} = \lambda \cdot 5,35 \cdot \ln(390/280) = \lambda \cdot 1,77 \text{ W} / \text{m}^2$$

$$\lambda = 0,29 \text{ K} / \text{W} / \text{m}^2$$

Anmerkung:

Im Grunde bestimmt man das Produkt aus $\lambda \cdot 5,35 \text{ W/m}^2$, so dass es unerheblich ist, wie groß man zunächst den Faktor neben λ angesetzt hat! Dies würde nur den zu bestimmenden Wert für λ ändern.

Unser Ansatz zur Berechnung der global gemittelten Temperaturerhöhung setzt voraus, dass sich die Verhältnisse der Strahlungsantriebe auch in Zukunft nicht wesentlich ändern, was in sehr guter Näherung sicher auch auf die emittierten Treibhausgase und Aerosole zutrifft.

Für die Temperaturänderung bei Verdopplung der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre, die etwa bis zum Jahre 2100 stattfindet wird, erhält man somit

$$\Delta T_{2\text{CO}_2} = \lambda \cdot \text{RF}_{2\text{CO}_2} = 0,29 \text{ K} / \text{W} / \text{m}^2 \cdot 3,7 \text{ W} / \text{m}^2 = 1,06^{\circ}\text{C}$$

Die mit $\lambda \cdot 5,35 \text{ W/m}^2$ bestimmte Temperaturerhöhung beinhaltet sämtliche Treibhausgase und Rückkopplungen.

Dieser Wert von 1,1 °C bei Verbrauch sämtlicher Reserven an fossilen Brennstoffen bis 2100 liegt nun in der Tat wesentlich unter dem der Klimaalarmisten und gibt den Skeptikern Recht:

Eine Erhöhung der Global gemittelten Temperatur um 1,1 °C kann keineswegs als Klimakatastrophe bezeichnet werden, zumal eine erwartete Abkühlung durch natürliche Klimaprozesse – z. B. die erwartete Reduktion der Sonnenaktivität in diesem Jahrhundert - diesen Wert noch verringern wird.

Literatur

[1] <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>

[2] Gunnar Myhre, E.J. Highwood, K.Shine, F. Stordal (1998), New estimates of radiative forcing due to well mixed greenhouse gases, Geophys. Research Letters, 25, No 14

[3] <http://www.john-daly.com/forcing/moderr.htm>

[4] Herrmann Harde (2011), How much CO2 really contributes to global warming?, EGU: General Assembly Vienna, Vol 13]

[5] G. Feulner, S. Rahmstorf (2010), On the effect of a new grand minimum of solar activity on the future climate on Earth, Geophys. Research Letters, Vol 37

[6] IPCC Sythesis Report 2007

[7] S. E. Schwartz (2008), Reply to comments by G. Foster et al., R. Knutti et al., and N. Scafetta on "Heat capacity, time constant, and sensitivity of Earth's climate system, Journal of Geophysical Research, 113, D15105